

局所クリーン化のための微粒子に関する基礎実験
Fundamental Experiment of Particle Behavior in Minimal Fab

産総研¹、ミニマルファブ推進機構²

○谷島孝^{1,2}、クンプアンソマワン^{1,2}、前川仁^{1,2}、原史朗^{1,2}

AIST¹ and MINIMAL²Takashi Yajima^{1,2}, Sommwawan Khumpuang^{1,2}, Hitoshi Maekawa^{1,2} and Shiro Hara^{1,2}

Email: takashi-yajima@aist.go.jp

【はじめに】

ミニマルファブは、多品種少量デバイスに適した半導体生産システムである。設備投資額を抑えるために、プロセス装置の小型化と、装置の筐体やウェハ搬送システムなどの共通部分、およびハーフィンチウェハの規格化を行っている。もう一つの重要な点は、メガファブで必要なクリーンルームにかかる巨額の投資と運用費を削減するために、クリーンルームではない環境で半導体生産を行うことである。そのためには、各装置の内部空間と装置間のウェハ搬送空間の局所環境制御が必要となる^{[1][2]}。微粒子の局所環境制御

(局所クリーン化)については、過去にPLAD (Particle Lock Air-tight Docking system)と命名した装置前室のクリーン化について報告してきた^[3]。しかしながら、ウェハ上に微粒子がどのように付着するのか、という基礎的知見については、過去報告してこなかった。局所クリーン化においては、ウェハ上の微粒子の挙動を踏まえた微粒子制御が求められる。そこで今回は、環境中の微粒子がウェハに付着する現象などについて、基礎的な実験結果を中心に報告する。

【微粒子発生とウェハウェハへの付着】

微粒子がウェハへ付着する過程としては、図1に示すように①環境中の微粒子が直接ウェハ上に付着脱離する、②ウェットプロセスにおいて、液体に取り込まれた環境中の微粒子がウェハ上に付着する、③装置や搬送容器などの機械摺動部から発生した微粒子がウェハ上に付着する、④エッチングやCVDなどのプロセス中に、材料や加工基板、または反応ガス中で発生する微粒子がウェハ上に付着する、などが考えられる。今回は、この中で①および②について実験を行った。

【実験結果】

- ① ウェハ上への微粒子付着離脱: 図2にΦ12.5mmのウェハを微粒子濃度が異なる空気中(ISO N=4.2~8.3)に1時間放置した後、ウェハ上に付着した微粒子の粒径分布と、その時の空気中の微粒子分布を測定した結果を示す。ミニマル微粒子スキャナーを使用しているため、ウェハは測定時にClass4以下の空間に1分間程度暴露されるだけである。図2に示すように、大気中の微粒子濃度がN=7.1から8.3(15倍)になると、ウェハに付着する微粒子数は45倍になり、正の相関関係があることが分った。微粒子濃度がN=5.7および4.2の空気中では、1時間暴露でもウェハ上への微粒子の付着は見られなかった。また、0.1μm以上の微粒子がハーフィンチウェハ上に1個付着するまでの時間を見積もると、一般環境(N=8.3)では0.8秒、気中の微粒子濃度が一桁下がる(N=7.1)と36secとなる。

- ② ウェハWet処理における気中微粒子濃度の影響：ウェハをWet処理する場合、周囲の空气中微粒子濃度が異なるときに、処理後のウェハ上に付着する微粒子数に、どの程度の変化があるかをみる実験を行った。実験は、クリーン化可能なドラフトチャンバ内でピーカーと専用治具を使用して、ウェハ複数枚を硫酸過水洗浄と希フッ酸洗浄した。図3は、洗浄後のウェハ上の微粒子数とウェハ面内の分布を測定した結果である。青の表示は周囲が一般環境(N=8.3)、緑の表示はクリーン環境(N=5.5)の場合である。微粒子はウェハ上にほぼ均一に分布し、周囲環境がクリーン環境である場合のほうが、付着する微粒子数も明らかに少ないことが分った。ここまでの実験で使用したピーカーは、内外面を実験前に硫酸化水洗浄しているが、図中の赤で示すデータは、実験前に何回かの使用履歴があるピーカーでウェハを洗浄したときの結果であり、付着した微粒子数が多い。この結果から、使用する器具の清浄度もウェハ清浄度に大きく影響していることが分かる。

【まとめ】

ミニマル装置の局所クリーン化技術の基礎となる、環境中の微粒子がウェハに付着する現象について実験を行った。既存の常識では、オフィス環境に大量に存在する微粒子空間にウェハを一瞬でもさらすと汚染されると思い込まれているが、実際には空気中で、短時間では微粒子の付着はさほど多くない。それよりも洗浄槽に取り込まれる微粒子がウェハ上に付着する影響の方も大きいということが分かった。すなわち、クリーンルーム技術はドライ環境での微粒子付着だけでなく、ウェット環境に取り込まれる微粒子も重要である。言い換えれば、クリーンルームが必要とされる理由の一つは、ウェット環境への微粒子取込の防止にある。

【文献】

- [1]原、「局所クリーン化の世界」工業調査会（2006）
[2]原、他、空気清浄49、2（2011）
[3]谷島、他、応用物理学会 秋季学術講演会 19p-E304-13(2019)、他

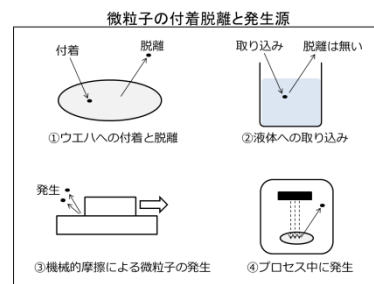


图 1.

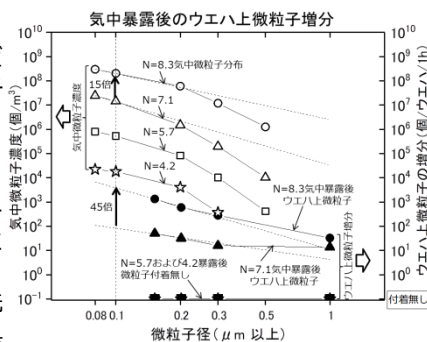


图2.

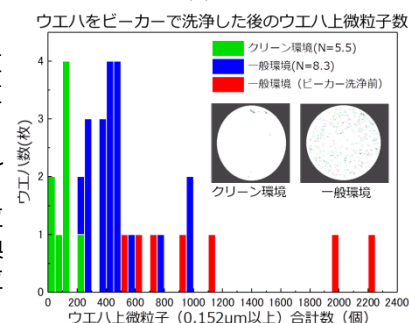


図3.